

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE BOVINOS SINDI SUBMETIDOS À NÍVEIS DE  
RESTRIÇÃO ALIMENTAR.**

**Valber Gomes de Araújo**

**AREIA -PB  
2015**

**VALBER GOMES DE ARAÚJO**

**PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE BOVINOS SINDI SUBMETIDOS À NÍVEIS DE  
RESTRIÇÃO ALIMENTAR.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Colegiado do Curso de  
Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias  
da Universidade Federal da Paraíba, como  
parte dos requisitos para obtenção do título  
de graduado em Zootecnia.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Severino Gonzaga Neto

Coorientador: Ms. Flávio Soares dos Santos

**AREIA-PB**

**2015**

**VALBER GOMES DE ARAÚJO**

**PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE BOVINOS SINDI SUBMETIDOS À NÍVEIS DE  
RESTRIÇÃO ALIMENTAR.**

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup> Dr. Severino Gonzaga Neto  
UFPB

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo  
UFPB

Examinadora: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva  
UFPB

AREIA, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por nunca ter me desamparado nas fases difíceis pelas quais passamos na vida e por sempre me guiar e iluminar o meu caminho e de minha família e por ter me dado a oportunidade de voltar a estudar quando isso parecia improvável.

Agradeço a minha mãe Ivoneide pela boa educação e disciplina que me deu e por ter sido para mim um exemplo a ser seguido, uma pessoa de um caráter inquestionável, uma guerreira sem a qual não teria chegado até aqui e com certeza não seria o homem que sou.

A minha esposa Vanessa e ao meu filho João Guilherme, não poderia agradecer a eles dois separadamente por que juntos representam a razão pela qual vivo, estudo, trabalho e me motiva a querer a cada dia ser um marido, pai e um homem melhor.

Ao meu sogro Vicente e a minha sogra Rossana, pelo apoio e suporte que me foi dado ao longo da graduação e da vida, apoio esse que não parecia ser para um genro e sim para um filho, sem este apoio não teria conseguido chegar a este objetivo.

Ao meu padrasto Edinaldo por ter sido um pai para mim ao longo desses anos.

A todos os meus familiares que de alguma forma contribuíram para mais essa conquista.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de turma Jéssica, Alexson, Josinaldo, Elton, Edgley, Adaias, Samara, Eriane, Dandaria e Ruan, pois passamos por todas as alegrias e dificuldades impostas pela graduação juntos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto, por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador Ms. Flávio Soares dos Santos pela fundamental colaboração para a elaboração deste trabalho.

Aos membros da banca, que enriquecerão ainda mais este trabalho.

E finalmente a todos os amigos e professores que contribuíram de alguma forma na minha vida acadêmica.

Muito Obrigado!

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
3.1. Local, animais e manejo experimental .....	8
3.2. Tratamentos experimentais .....	8
3.3. Dieta experimental e manejo alimentar.....	8
3.4. Abate dos animais .....	11
3.5. Caracterização dos ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi.....	11
3.6. Delineamento experimental e análise estatística .....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5. CONCLUSÃO .....	18
REFERÊNCIAS .....	19

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes utilizados na dieta experimental, expressos com base na matéria seca.....	10
<b>Tabela 2.</b> Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca. ....	10
<b>Tabela 3.</b> Perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi de bovinos Sindi submetidos à restrição alimentar.....	14
<b>Tabela 4.</b> Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do músculo Longissimus dorsi de bovinos Sindi submetidos à restrição alimentar .....	16

## RESUMO

Visando determinar o efeito da restrição alimentar sobre o perfil lipídico da carne de bovinos machos da raça Sindi em confinamento, foram utilizados 32 animais (idade média de  $21 \pm 1,5$  meses, peso corporal inicial médio de  $257,5 \pm 20$  kg), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 8 repetições. Foram testados quatro níveis de restrição alimentar (0, 15, 30 e 45%). A restrição alimentar não influenciou ( $P > 0,05$ ) os percentuais dos ácidos graxos saturados caproico, cáprico, láurico, pentadecanoico, heptadecanoico, esteárico, nanodecanoico, heneicosanoico, tricosanoico e o total de ácidos graxos saturados ( $\Sigma$ AGS) do músculo *Longissimus dorsi*. No entanto, os ácidos mirístico e palmítico, decresceram linearmente ( $P < 0,05$ ). Os ácidos araquídico e behênico aumentaram linearmente com o aumento do nível de restrição alimentar. Houve efeito significativo para os ácidos miristoleico e palmitoleico, os quais decresceram linearmente com o aumento dos níveis de restrição. Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) nos ácidos linoleico,  $\gamma$  – linolênico, eicosadienoico, eicosatrienoico e araquidônico. Por outro lado, os ácidos graxos  $\alpha$  – linolênico e docosaexaenoico (DHA) aumentaram linearmente em 0,0036% e 0,0068%, respectivamente, para cada ponto percentual de restrição aumentado. A restrição afetou ( $P < 0,05$ ) o somatório dos percentuais dos ácidos graxos poli-insaturados ( $\Sigma$ AGP) o qual aumentou em 0,0753% para cada unidade de restrição aumentada. O percentual total de ácidos graxos da família ômega-6 ( $\omega$ -6) aumentou linearmente com o aumento dos níveis de restrição alimentar. Por outro lado, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) no percentual total dos ácidos da família ômega-3 ( $\omega$ -3) e na relação  $\omega 6:\omega 3$ . A restrição alimentar não influenciou significativamente a relação entre os ácidos graxos monoinsaturados e saturados. Já a relação poli-insaturados:saturados aumentou linearmente com o aumento do nível de restrição. A relação de ácidos graxos insaturados:saturados não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) decresceram linearmente à medida que se aumentou o nível de restrição. Efeito significativo dos tratamentos também foi verificado em relação à razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), aumentando de forma linear com o aumento do nível de restrição alimentar.

Palavras-chave: índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade, ácido graxo  $\alpha$  – linolênico, hipocolesterolêmico.

## ABSTRACT

To determine the effect of dietary restriction on lipid profile of male bovine meat Sindi in confinement, 32 animals were used (mean age  $21 \pm 1.5$  months, average initial body weight of  $257.5 \pm 20$  kg) in a completely randomized design with 4 treatments and 8 repetitions. Four restrict levels were tested (0, 15, 30 and 45%). Feed restriction did not affect ( $P > 0.05$ ) the percentage of saturated fatty acids caproic, capric, lauric, pentadecanoic, heptadecanoic, stearic, nanodecanoic, heneicosanoic, tricosanoic and total saturated fatty acids ( $\Sigma$ AGS) Longissimus dorsi. However, myristic and palmitic acids, linear decrease ( $P < 0.05$ ). The arachidic and behenic acids increased linearly with the increase of feed restriction level. There was a significant effect for myristoleic and palmitoleic, which linearly decreased with increasing levels of restriction. As for polyunsaturated fatty acids, there was no effect ( $P > 0.05$ ) in linoleic acids,  $\gamma$  - linolenic, eicosadienoic, eicosatrienoic and arachidonic. On the other hand, the fatty acid  $\alpha$  - linolenic acid and docosahexaenoic (DHA) increased linearly with 0.0036% and 0.0068%, respectively, for each percentage point increase restriction. The restriction affected ( $P < 0.05$ ) the sum of the percentages of polyunsaturated fatty acids ( $\Sigma$ AGP) which increased by 0.0753% increased for each restriction unit. The total percentage of omega-6 family ( $\omega$ -6) increased linearly with the increase of feed restriction levels. On the other hand, there was no effect ( $P > 0.05$ ) in the total percentage of omega-3 family of acids ( $\omega$ -3) and in relation  $\omega$ 6:  $\omega$ 3. Feed restriction did not significantly influence the relationship between monounsaturated and saturated fatty acids. Since the polyunsaturated relationship: saturated linearly increased with increasing level of restriction. The ratio of unsaturated fatty acids: saturated did not differ ( $P > 0.05$ ) between treatments. Rates of atherogenicity (IA) and thrombogenicity (IT) decreased linearly as it increased the level of restriction. Treatment effect was also observed in relation to the ratio hypocholesterolemic hypercholesterolemic fatty acids (H / H) increases linearly with increasing dietary restriction level.

Keywords: atherogenicity index, thrombogenicity index,  $\alpha$  - linolenic acid, hypocholesterolemic.



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta-se muito forte no mercado nacional e internacional quando o assunto é bovinocultura de corte. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), o país conta com um rebanho efetivo estimado em pouco mais de 211 milhões de cabeças. A produção de carne do país desponta entre os maiores produtores mundiais, sendo verificado em 2011, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2013), com uma produção estimada em 9 milhões de toneladas de carne bovina.

Entre as atividades mais exploradas economicamente na região Nordeste, está a pecuária de corte. No Nordeste, concentra-se a maior parte do Semiárido brasileiro que se estende por todos os estados da região, parte de Minas Gerais e do Espírito Santo em uma área total que abrange cerca de 974.752 km<sup>2</sup>. A temperatura média do ar situa-se em geral acima dos 20°C, e a temperatura máxima apresenta-se acima de 30°C na maior parte do ano, chegando a 38°C na estação mais quente (AYOADE, 1991).

Dentre os zebuínos, o Sindi é o grupo genético de função mista que apresenta excelente adequação produtiva as condições do Semiárido, podendo viabilizar a criação de bovinos nas áreas secas do Nordeste brasileiro, pois além do pequeno porte e da rusticidade esses animais apresentam considerável produção (LEITE et al., 2001).

O cenário atual do mercado de produtos de origem animal pressupõe a evolução dos sistemas de produção no sentido de buscar eficiência e qualidade do produto final, minimizando, deste modo, a sazonalidade na produção (ALVES, 2008). Nesse propósito, Medeiros et al. (2009), citam que o confinamento pode ser uma estratégia importante para a produção de carne em regiões como o Semiárido, permitindo a constância da produção durante a época de baixa disponibilidade de alimentos. No tocante a restrição alimentar, pode ser uma importante ferramenta para obtenção de carne com menor quantidade de gordura, (carne magra), além de permitir a redução no custo de produção, tendo em vista que a nutrição animal é o item mais oneroso da produção.

Atualmente tem se buscado na bovinocultura de corte genótipos mais eficientes, com melhores índices de conversão alimentar e de deposição de tecido muscular, o que convergi para melhorias no desempenho dos rebanhos.

A composição dos ácidos graxos da gordura da carne bovina tem recebido considerável interesse por suas implicações na saúde humana (NUERNBERG et al., 2005).

Embora exista uma grande mobilização mundial pela redução na ingestão de gordura, esta possui grande importância não só na qualidade da carne, mas também na saúde humana, dependendo do tipo de gordura ingerida.

Na atualidade, a literatura carece de pesquisas que tenham avaliado os efeitos da restrição alimentar sobre o perfil lipídico da carne. Entretanto, pesquisas nesse sentido tem se tornado fundamentais, já que os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto a qualidade nutricional da carne. Portanto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência da restrição alimentar sobre o perfil lipídico da carne de bovinos Sindi.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

As condições climáticas da região do Semiárido brasileiro são caracterizadas por temperaturas elevadas e pluviosidades irregulares, aliadas a baixa produção de forragem e ao uso de animais pouco adaptados as condições impostas, desfavorecendo o desempenho e a qualidade da carne de grande parte do rebanho dessa região.

O acelerado crescimento populacional dos países situados nas áreas de climas tropicais e subtropicais, associado ao quadro de ineficiência da produção de alimentos agrava o problema da carência alimentar da população. Produção e eficiência são buscas contínuas para que os estabelecimentos dedicados à produção de bovinos de corte nos trópicos alcancem eficiência econômica. As características inerentes aos trópicos, principalmente condições de estresse por calor e menor potencial de nutrientes das forrageiras em relação àquelas de clima temperado, são fatores que contribuem para que as empresas de pecuária de corte nestas regiões mantenham essencialmente rebanhos Zebus. Mujica et al. (1997) comentam serem poucos os genótipos bovinos adaptados aos trópicos, com predominância das raças Zebuínas.

Uma raça zebuína que vem chamando a atenção é a Sindi, que tem sua origem na Índia, na região de Kohistan na província de Sind, no Paquistão. Na região predominam áreas de clima semiárido com temperaturas médias de 17 a 20°C, precipitações anuais de 250 a 300 mm<sup>3</sup>, solo arenoso e pedregoso e vegetação lenhosa com o desenvolvimento de algumas gramíneas no período das chuvas (Leite et al., 2001). O gado Sindi possui dupla aptidão, rusticidade e alta tolerância a temperaturas elevadas. Os animais apresentam pelagem de cor avermelhada, pequeno porte, eficiência reprodutiva e boa capacidade de produção de leite (Leite, 2004). A raça vem se destacando no Brasil e principalmente na região Nordeste pela sua excelente adaptabilidade ao clima, sendo adequada para regiões de poucos recursos alimentares, onde seria difícil a manutenção de animais de grande porte, adaptando-se facilmente a diferentes condições de clima e solo. O gado Sindi possui pelagem avermelhada, variando do mais escuro ao amarelo-alaranjado, observando-se, às vezes, pintas brancas na barbela, na testa e no ventre, porém sem manchas grandes (Santiago, 1975).

Pesquisas realizadas por Farias et al. (2001), avaliando os parâmetros populacionais e a estrutura genética da raça Sindi no Brasil, apontam que o rebanho apresenta risco de desaparecimento, em virtude do número reduzido de animais registrados, sendo necessário a adoção de medidas que visem tirar a raça do risco de extinção no Brasil, tais como a promoção e divulgação de pesquisas com a raça, gerando informações não somente de

desempenho animal, mas, avaliando também, os aspectos qualitativos da carne desses bovinos.

A eficiência, produtividade e desempenho dos bovinos criados em ambiente tropical quase sempre é prejudicado, devido ao estresse por calor. Diante dessa situação, o gado Sindi surgiu como uma valorosa opção para a pecuária de regiões como o Semiárido, onde as temperaturas são elevadas e ocorre irregularidade da precipitação pluvial implicando em pastagens de baixa qualidade e produção.

Na bovinocultura de corte é comum a utilização da restrição alimentar visando o aspecto econômico, já que a alimentação constitui o item de maior custo na produção. No entanto, esta busca por um produto de menor custo deve ser realizada de forma equilibrada afim de não prejudicar a qualidade da carcaça trazendo assim maior retorno econômico ao produtor.

Trajano (2014), avaliando o desempenho produtivo e econômico dos animais utilizados nessa pesquisa, verificou que os animais submetidos a um nível moderado de restrição alimentar, 15%, só reduziram 7,5% no ganho de peso em relação aos animais que receberam alimentação à vontade, mostrando que esse genótipo pode ser uma opção interessante em regiões que apresentem menor disponibilidade de alimentos. Além disso, os animais que receberam a restrição de 15% ofereceram um lucro/animal de R\$ 93,95 reais a mais em relação aos animais que não experimentaram restrição.

No período de restrição alimentar, os tecidos são mobilizados sequencialmente, dependendo de suas atividades metabólicas (Drouillard et al., 1991). Os primeiros tecidos a serem mobilizados, quando o animal se encontra em restrição alimentar, são àqueles que possuem maiores taxas metabólicas, como o fígado e trato digestivo, o que resulta em menores exigências de manutenção (Ryan et al., 1993). Catton e Dhuyvetter (1997) relatam que os tecidos viscerais, embora em menor proporção no corpo dos animais consomem cerca de 50% do total da energia de manutenção.

De acordo com Trajano, (2014), a eficiência de deposição não sofreu influência dos níveis de restrição aplicados. Reforçando a afirmativa de que animais desta raça apresentam maior eficiência para adaptar-se a limitação de nutrientes, depositando músculo na carcaça, mesmo quando submetidos a 45% de restrição alimentar.

Para Di Marco (1998), a influencia da dieta na deposição de gordura na carne ocorre devido ao seu valor energético. Os lipídeos são substâncias heterogêneas insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, que apresentam diversas funções biológicas, tais como

armazenamento de energia, representam quase metade da massa das membranas biológicas (fosfolipídio e esteróis), atuam como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares. Os lipídios mais abundantes são os triacilglicerídeos, que são ésteres formados por uma molécula de glicerol e três moléculas de ácido graxo, cuja principal função é atuar como alimento de reserva em seres vivos (Santos et al., 1999).

A maior parte da gordura localiza-se no tecido adiposo, encontrado debaixo da pele, em volta do intestino, dos rins e de outros órgãos, estando presente ainda nos músculos e ossos (Maynard et al., 1974). Com relação à localização da gordura na carne, esta pode ser classificada como intracelular, intercelular e extracelular. A gordura intracelular se distribui sob a forma de gotículas no plasma celular, ocorrendo em menor quantidade em relação às demais. A gordura extracelular constitui a gordura muscular, localizada no tecido conjuntivo (Barros et al., 1979).

Embora exista uma grande mobilização mundial pela redução na ingestão de gordura, em decorrência dos seus efeitos negativos sobre a saúde humana, que está diretamente relacionada ao sedentarismo e suas consequências, esta característica possui grande importância na qualidade da carne (Pacheco et al., 2005). Do outro lado está o consumidor a procura de uma carne que apresente menores quantidades de lipídeos totais, ácidos graxos saturados e calorias, assim como maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados, importantes na prevenção de doenças cardiovasculares. A gordura protege as carcaças da ação do frio, é uma importante fonte de ácidos graxos essenciais, atua no transporte de vitaminas lipossolúveis e, além de consistir em fonte de energia e isolamento para o corpo, exerce importante papel no desenvolvimento do sabor e do aroma da carne (Luchiari Filho, 2000).

Entre os ácidos graxos saturados de mamíferos, o mirístico, o palmítico e o esteárico aparecem mais frequentemente e em maiores proporções, 60 a 70% do total de ácidos graxos. Já entre os insaturados, verifica-se em maior quantidade o ácido oléico que varia entre 30 a 43% (Cameron et al. 1994; Cifuni et al., 2000; Ludke & Lopez, 1999; Mcanamara, 1992; Sañudo et al., 2000).

Em grandes ruminantes, como os bovinos, Webb et al. (1998), encontraram na gordura intramuscular principalmente os ácidos palmítico (25,98%), esteárico (18,08%) e oleico (18,15%). As taxas de ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) foram de 42,82%, 48,9% e 2,92%, respectivamente. Entre os ácidos graxos insaturados um grupo especial tem sido considerado

ultimamente devido aos efeitos danosos que podem causar ao organismo. Estes são os ácidos graxos trans. Ácidos graxos trans são aqueles que apresentam na dupla ligação, os hidrogênios em planos diametralmente opostos (Gaman et al., 1996).

O ácido graxo vacênico (C18:1 n11) é de origem natural sendo formado no rúmen por ação de microrganismos (WATTS et al. , 1996). Em gorduras de bovinos e ovinos o ácido graxo vacênico ocorre na proporção de 4 a 11%, sendo ainda encontrado em caprinos, veados e marsupiais (Hon Code, 2000).

Os ácidos graxos linoleico (C18:2 n-6), linolênico (18:3 n-3) e araquidônico (C20:4 n-6), são classificados como ômega. O linoleico e linolênico são essenciais, devendo ser ingeridos através da dieta. Isto se deve ao fato de que os animais e o homem não conseguem insaturar a cadeia carbônica após o nono átomo de carbono (C:9). O ácido araquidônico passa a ser essencial se o seu precursor, o ácido linoleico, não estiver presente na alimentação (Champe et al., 1997). Altas quantidades de ácido linoleico são encontradas em forragens usadas na alimentação animal e nos óleos de milho (56,3%), de algodão (47,8%) e soja (50,7%) sendo estes componentes bastante utilizados na alimentação animal.

O consumo da carne bovina tem sido associado ao aumento do índice de colesterol, um fator de risco que colabora para o surgimento de doenças cardiovasculares (Scollan et al., 2006). Esse fato está relacionado diretamente às características da gordura presente na carne bovina, que apresenta elevada concentração de ácidos graxos saturados e menor relação entre poli-insaturados e saturados, em comparação à gordura dos animais monogástricos. Essa diferença decorre, principalmente, do processo de biohidrogenação que ocorre no rúmen pela ação de diferentes microrganismos (French et al., 2000).

A carne bovina, no entanto, apresenta teor de colesterol ao redor de 50 mg/100 g, semelhante ao da carne suína e de frango, não justificando sua condenação ou aversão por parte dos consumidores (Bragagnolo et al., 1995). De acordo com Medeiros (2003), a recomendação do “American Heart Association” para ingestão máxima de colesterol por dia é de 300 mg. Isso significa que o consumo de 200 g do músculo. *Longissimus dorsi* bovino representa aproximadamente, apenas 1/3 da quantidade máxima recomendada.

Dos ácidos graxos presentes na carne bovina, o mais indesejável é o ácido mirístico (C14:0), por ter efeito hipercolesterolêmico, o ácido palmítico (C16:0), tem ação hipercolesterolêmica menor. Entretanto, o ácido esteárico (C18:0) tem efeito nulo, e o ácido oléico (C18:1; o mesmo presente no azeite de oliva) diminui o colesterol sanguíneo (efeito

hipocolesterolêmico). Esses dois últimos, representam a maioria encontrada na gordura de ruminantes (Banskalieva et al., 2000; French et al., 2003; Russo et al., 1999).

Os AG podem promover ou prevenir o aparecimento da arteriosclerose e a trombose coronariana com base em seus efeitos sobre o colesterol sérico, e sobre as concentrações de colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Ulbrich et al., 1991).

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) são utilizados como parâmetros de avaliação e comparação da qualidade do perfil lipídico da carne e de outros alimentos e dietas.

O índice de trombogenicidade (IT) considera os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (18:0) como trombogênicos, e os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) das famílias ômega 6 e ômega 3 e Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) como antitrombogênicos. Porém, é atribuído aos ácidos graxos ômega 3 maior efeito antitrombogênico que os ácidos graxos ômega 6 (Ulbrich e Southgate, 1991).

Os índices de aterogenicidade (IA) e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT maior é a quantidade de AG anti aterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (Turan et al., 2007).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local, animais e manejo experimental**

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, situada na cidade de Viçosa/MG, no período de fevereiro a abril de 2013. Para tanto, foram utilizados 32 animais, machos não castrados da raça Sindi, com idade média de  $21 \pm 1,5$  meses e peso vivo inicial médio de  $257,5 \pm 20$  kg.

Os animais foram confinados em baias individuais, com dimensões de 1,80 m de largura por 18,80 m de comprimento, totalizando uma área de  $33,84 \text{ m}^2$ . Todas as baias eram revestidas por piso de concreto e providas de comedouro coberto (2,50 m) e bebedouros individuais de concreto. No início do experimento os animais foram identificados com brincos, pesados e vermifugados. O período experimental teve duração de 74 dias, sendo precedido de 15 dias para a adaptação dos animais às instalações, dieta experimental e manejo.

#### **3.2. Tratamentos experimentais**

Transcorrido o período adaptativo, os animais foram novamente pesados, após jejum prévio de sólidos de 16 horas e distribuídos nas baias, onde passaram a receber alimentação de acordo com os seguintes tratamentos: Tratamento 1: animais alimentados à vontade; Tratamento 2: 15% de restrição alimentar em relação ao consumido pelo  $T_1$ ; Tratamento 3: 30% de restrição alimentar em relação ao consumido pelo  $T_1$  e Tratamento 4: 45% de restrição alimentar em relação ao consumido pelo  $T_1$ .

#### **3.3. Dieta experimental e manejo alimentar**

A dieta foi formulada de acordo com recomendações do BR-CORTE (VALADARES FILHO et al. 2010), estimando-se um ganho de peso médio diário de 1,2 kg para os animais alimentados à vontade. Para a formulação, tomaram-se como base as exigências nutricionais de bovinos da raça Nelore, em decorrência da ausência de tabelas específicas para a raça Sindi. Foi utilizada a silagem de milho como fonte volumosa e o concentrado foi formulado a partir de farelo de soja, fubá de milho, farelo de trigo, mistura mineral comercial e mistura de ureia e sulfato de amônio (9:1). A relação volumoso:concentrado foi fixada em 40:60 durante todo o período experimental.



A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (6h30 e 14h30), na forma de ração completa, com cerca de 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes na parte da tarde. A quantidade de ração fornecida diariamente aos animais foi ajustada a cada três dias, de forma a permitir sobras entre 5 e 10% para os animais do tratamento *ad libitum*. A água foi fornecida á vontade em bebedouros individuais para todos os animais do experimento.

Amostra de silagem de milho foi obtida diariamente, sendo acondicionada em saco plástico e mantida em freezer. Semanalmente essas amostras foram descongeladas e homogeneizadas e uma sub-amostra, representativa da semana, foi retirada, pesada, seca em estufa com ventilação forçada a 65°C por 72 horas, moída em moinho com peneira com malha de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos. Amostras de quatro semanas consecutivas, previamente moídas, foram utilizadas para obtenção de uma amostra composta, a qual foi devidamente identificada e armazenada para posterior análise bromatológica.

Os ingredientes do concentrado (farelo de soja, fubá de milho e farelo de trigo) foram amostrados a cada vez que era feita uma nova batida de ração.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do CCA/UFPB. As amostras de silagem de milho e dos ingredientes do concentrado, foram analisadas quanto aos seus teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), seguindo as metodologias descritas por Detmann et al. (2012). Os teores de proteína bruta (PB) foram obtidos multiplicando-se o teor de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos de acordo com Van Soest et al. (1991). Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, com modificação do saquinho utilizado que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT, (dimensões 5,0 cm x 5,0 cm), porosidade de 100 µm. Foi utilizada alpha-amilase estável ao calor nas análises de FDN.

Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela equação:  $CHOT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ , proposta por Sniffen et al. (1992). Para a estimativa dos carboidratos não fibrosos dos ingredientes (CNF), foi usada a equação preconizada por Weiss (1999), em que  $CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas + \% FDN_{cp})$ . Já os CNF da dieta, foram calculados pela equação proposta por Hall (2000), sendo  $CNF (\%) = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + FDN_{cp} + \% EE + \% MM]$ .

Na Tabela 1 consta a composição química dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental e na Tabela 2, a participação dos ingredientes e a composição química da dieta.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados na dieta experimental, expressos com base na matéria seca.

<i>Composição química (g/kg)</i>	<i>Silagem de milho</i>	<i>Fubá de milho</i>	<i>Farelo de soja</i>	<i>Farelo de Trigo</i>	<i>Ureia/SA (9:1)</i>	<i><sup>1</sup>Mistura Mineral</i>
Matéria Seca	266,1	881,8	880,4	868,2	990,0	990,0
Matéria Orgânica	943,7	988,8	938,8	949,3		
Matéria Mineral	56,3	11,2	61,2	50,7		
Proteína Bruta	66,2	92,3	535,4	190,7	2.600,0	
Extrato Etéreo	33,7	47,7	19,7	36,9		
Fibra em Detergente Neutro	637,8	125,8	186,8	457,2		
<sup>2</sup> FDN <sub>cp</sub>	574,1	103,4	117,9	441,8		
Carboidratos Totais	843,8	848,8	383,7	721,7		
Carboidratos Não Fibrosos	269,7	745,4	265,8	279,9		

<sup>1</sup>Mistura Mineral: cálcio mín.120 g/kg, máx. 160 g/kg; cobalto mín. 45 mg/kg; cobre mín. 760 mg/kg; enxofre mín. 10 g/kg; flúor máx. 618,5 mg/kg; fósforo mín. 40 g/kg; iodo mín. 60 mg/kg; magnésio mín. 5 g/kg; manganês mín. 807 mg/kg; selênio mín. 15 mg/kg; sódio mín. 136 g/kg; zinco mín. 2.280 mg/kg e veículo q.s.p 1000 g; <sup>2</sup>fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

**Tabela 2.** Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca.

<i>Ingredientes</i>	<i>g/kg</i>
Silagem de Milho	400,0
Fubá de Milho	360,0
Farelo de Soja	60,0
Farelo de Trigo	150,0
Ureia/SA (9:1)	10,0
Mistura Mineral	20,0
<i>Composição química da dieta</i>	
Matéria Seca	458,1
Matéria Orgânica	932,2
Matéria Mineral	57,6
Proteína Bruta	146,4
Extrato Etéreo	37,4
Fibra em Detergente Neutro	380,2
<sup>1</sup> FDN <sub>cp</sub>	340,2
Carboidratos Não Fibrosos	585,9
Carboidratos Totais	758,5
<sup>2</sup> Nutrientes Digestíveis Totais	691,3

<sup>1</sup>fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; <sup>2</sup>estimado através de valores provenientes de tabela de composição de alimentos.

### 3.4. Abate dos animais

Os animais foram abatidos seguindo as normas do RIISPOA (BRASIL, 1997), sendo insensibilizados por concussão cerebral, com pistola de dardo cativo, seguido por sangria pela secção das artérias carótidas e veias jugulares. Em seguida realizou-se a esfolia, retirada da cabeça (secção na articulação atla-occipital) e das patas (secção nas articulações carpo-metacarpianas e tarso-metatarsianas), da cauda e evisceração. Após esse processo, a carcaça foi dividida longitudinalmente ao meio, utilizando-se uma serra elétrica, em duas metacarças, as quais foram identificadas, pesadas e encaminhadas à câmara fria, onde permaneceram por aproximadamente 24 horas a 4°C.

Após este período, as metacarças foram novamente pesadas e na metacarça direita de cada animal foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* compreendendo a 12ª costela, que foi devidamente identificada, embalada a vácuo e armazenada em freezer para posterior análise do perfil lipídico.

### 3.5. Caracterização dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*

Os lipídios totais foram dosados de acordo com a metodologia proposta por Folch et al. (1957), sendo pesados 2,0 g da amostra e adicionados 30 mL da solução clorofórmio:metanol (2:1 v/v). A mistura foi agitada por 2 minutos em triturador biomatic, em seguida, procedeu-se à filtração em papel de filtro qualitativo. Depois da filtração, lavou-se a parede do frasco contendo a amostra com 10 mL da solução clorofórmio:metanol, filtrou-se e juntou-se ao filtrado da mistura.

O volume final foi anotado. Adicionou-se 20% do volume final do extrato filtrado de sulfato de sódio a 1,5%, agitou-se, deixando separar as fases, tomou-se uma alíquota de 5,0 mL da fase inferior, transferindo para um cadinho, previamente tarado, levou-se à estufa a +105°C até evaporar a mistura de solventes, deixando esfriar em dessecador por 25 minutos e pesando-se o cadinho, mais o resíduo da gordura.

A caracterização dos ácidos graxos presentes no extrato lipídico, obtido a partir do método de Folch et al. (1957), foi realizada seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo gasoso (VARIAN 430-GC, California, USA), acoplado com detector de ionização de chama (FID), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB, VARIAN) com dimensões de 60m x 0,25mm e 0,25µm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL/min). A temperatura inicial do forno foi de 100 °C, com

programação para atingir 240 °C, aumentando 2,5 °C por minuto, permanecendo por 20 minutos.

As temperaturas do injetor e detector foram mantidas em 250 °C e 260 °C, respectivamente. Os cromatogramas foram registrados em *software* tipo *Galaxie Chromatography Data System*. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19-Kit (*Fatty Acid Methyl Esters* C6-C22). Os resultados dos ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área.

A partir dos dados de composição em ácidos graxos foi avaliada a qualidade nutricional da fração lipídica por meio dos índices de Aterogenicidade (IA) e Trombogenicidade (IT), conforme proposto por Ulbricht e Southgate (1991), e pela razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), segundo Santos-Silva et al. (2002). Segue abaixo as equações:

$$IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n6 + \Sigma n3);$$

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n6) + (3 \times \Sigma n3) + (\Sigma n3/\Sigma n6)];$$

$$h/H = (C18:1n9 + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n6 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0).$$

Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

### 3.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e oito repetições. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e regressão. Foi utilizado o pacote estatístico SAS (9.22) e o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = observação do nível i de restrição alimentar no animal j;

$\mu$  = média geral das observações;

$T_i$  = efeito do nível de restrição alimentar i, (i = 1, 2, 3 e 4);

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A restrição alimentar não influenciou ( $P>0,05$ ) os percentuais dos ácidos graxos saturados caproico, cáprico, láurico, pentadecanoico, heptadecanoico, esteárico, nanodecanoico, heneicosanoico, tricosanoico, assim como o percentual total de ácidos graxos saturados ( $\Sigma$ AGS) do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 3). No entanto, os ácidos mirístico e palmítico, indesejáveis na carne, decresceram linearmente ( $P<0,05$ ) em 0,0177% e 0,0594%, respectivamente, para cada unidade de restrição alimentar aumentada. Este é um aspecto positivo para o consumidor do ponto de vista nutricional, pois estes ácidos são considerados hipercolesterolêmicos por interferirem na função normal dos receptores de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzindo sua remoção e aumentando sua concentração no plasma (Woollett et al., 1992).

Os ácidos araquídico e behênico aumentaram linearmente com o aumento do nível de restrição alimentar. Esses ácidos, embora sejam saturados, são considerados neutros, não afetando as concentrações de colesterol plasmático. A neutralidade é consequência da baixa disponibilidade e absorção desses ácidos, quando comparado com outros ácidos graxos, como também do longo comprimento de suas cadeias carbônicas (Cater et al., 2001).

A restrição alimentar provocou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) sobre o percentual do ácido graxo lignocérico, sendo verificado o menor percentual desse ácido com um nível de restrição alimentar de 28%, de acordo com a equação de regressão.

Os percentuais dos ácidos graxos monoinsaturados heptahexaenoico, oleico, vacênico, gadoleico e o somatório dos percentuais de ácidos graxos monoinsaturados ( $\Sigma$ AGM) não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela restrição alimentar. No entanto, houve efeito significativo para os ácidos miristoleico e palmitoleico, os quais decresceram linearmente com o aumento dos níveis de restrição, sendo observada redução de 0,0072% para o miristoleico e 0,0139% para o palmitoleico por unidade de restrição.

Os ácidos monoinsaturados miristoleico e palmitoleico são originados a partir dos ácidos saturados mirístico e palmítico, respectivamente, por ação da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase (Kazala et al., 1999), assim a redução nos percentuais desses dois ácidos monoinsaturados é resultado do efeito linear decrescente observado nos ácidos saturados que os originam.

Comportamento contrário a este foi verificado nos ácidos pentadecenoico, elaídico e nervônico, os quais aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de restrição. De acordo com o Department of Health (1994), a ingestão de ácidos graxos monoinsaturados

traz um efeito benéfico à saúde humana, por ocasionar queda nos níveis de colesterol total no plasma sanguíneo.

**Tabela 3.** Perfil de ácidos graxos(\*) do músculo Longissimus dorsi de bovinos Sindi submetidos à restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)				E.p	Valor p	
	0	15	30	45		L	Q
<b>Ácidos graxos saturados</b>							
<sup>1</sup> C6:0 (Caproico)	0,035	0,038	0,040	0,054	0,014	0,087	0,429
<sup>2</sup> C10:0 (Cáprico)	0,056	0,059	0,051	0,047	0,012	0,113	0,498
<sup>3</sup> C12:0 (Láurico)	0,072	0,075	0,069	0,059	0,016	0,138	0,401
<sup>4</sup> C14:0 (Mirístico)	3,184	3,032	2,787	2,380	0,365	0,005	0,458
<sup>5</sup> C15:0 (Pentadecanoico)	0,304	0,296	0,299	0,302	0,037	0,887	0,750
<sup>6</sup> C16:0 (Palmítico)	26,505	26,085	25,508	23,727	1,758	0,042	0,405
<sup>7</sup> C17:0 (Heptadecanoico)	0,769	0,762	0,751	0,801	0,078	0,406	0,453
<sup>8</sup> C18:0 (Estearico)	15,421	16,721	15,913	16,588	1,384	0,102	0,564
<sup>9</sup> C19:0 (Nanodecanoico)	0,515	0,574	0,661	0,803	0,264	0,124	0,739
<sup>10</sup> C20:0 (Araquídico)	0,105	0,114	0,132	0,182	0,040	0,002	0,323
<sup>11</sup> C21:0 (Heneicosanoico)	0,287	0,314	0,235	0,415	0,128	0,383	0,199
<sup>12</sup> C22:0 (Behênico)	0,295	0,325	0,346	0,516	0,102	0,003	0,162
<sup>13</sup> C23:0 (Tricosanóico)	0,218	0,220	0,270	0,254	0,033	0,102	0,565
<sup>14</sup> C24:0 (Lignocérico)	0,378	0,192	0,160	0,257	0,129	0,354	0,029
<sup>15</sup> ΣAGS	48,144	48,808	47,222	46,385	2,153	0,451	0,418
<b>Ácidos graxos monoinsaturados</b>							
<sup>16</sup> C14:1 n-5c (Miristoleico)	0,843	0,692	0,658	0,494	0,181	0,010	0,964
<sup>17</sup> C15:1 n-5c (Pentadecenoico)	0,106	0,129	0,130	0,179	0,030	0,005	0,354
<sup>18</sup> C16:1 n-7 (Palmitoleico)	3,205	2,929	2,955	2,503	0,444	0,017	0,710
<sup>19</sup> C17:1 n-7c (Heptahexaenoico)	0,579	0,522	0,552	0,571	0,066	0,714	0,203
<sup>20</sup> C18:1 n-9c (Oleico)	37,054	36,074	36,850	35,660	2,618	0,239	0,979
<sup>21</sup> C18:1 n-9t (Elaídico)	2,105	2,245	2,377	2,570	0,209	0,004	0,800
<sup>22</sup> C18:1 n-11 (Vacênico)	0,288	0,328	0,326	0,321	0,045	0,346	0,276
<sup>23</sup> C20:1 n-9 (Gadoleico)	0,147	0,120	0,103	0,136	0,032	0,467	0,052
<sup>24</sup> C24:1 n-9 (Nervônico)	0,090	0,112	0,168	0,195	0,062	0,006	0,984
<sup>25</sup> ΣAGMI	44,418	43,151	44,119	42,629	2,961	0,203	0,985
<b>Ácidos graxos Poli-insaturados</b>							
<sup>26</sup> C18:2 n-6c (Linoleico)	5,132	5,599	5,889	7,160	1,618	0,066	0,607
<sup>27</sup> C18:3 n-6 (γ -Linolênico)	0,068	0,062	0,083	0,084	0,024	0,256	0,748
<sup>28</sup> C18:3 n-3 (α -Linolênico)	0,216	0,189	0,289	0,364	0,100	0,016	0,290
<sup>29</sup> C20:2 n-6c (Eicosadienoico)	0,123	0,132	0,115	0,164	0,043	0,962	0,285
<sup>30</sup> C20:3 n-3c (Eicosatrienoico)	1,258	1,416	0,981	1,878	0,615	0,440	0,194
<sup>31</sup> C20:4 n-6c (Araquidônico)	0,051	0,038	0,675	0,421	0,570	0,071	0,600
<sup>32</sup> C22:6n-3 (Docosahexaenoico)	0,567	0,604	0,603	0,909	0,137	0,002	0,051
<sup>33</sup> ΣAGPI	7,415	8,040	8,636	10,980	2,044	0,015	0,382

\* Valores em % do total da área de ácidos graxos; p – probabilidade; L – linear; Q – quadrática; E.p – erro padrão; ΣAGS: somatório dos ácidos graxos saturados; ΣAGMI: somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; ΣAGPI: somatório dos ácidos graxos poli-insaturados.

<sup>1</sup>Ŷ = 0,042; <sup>2</sup>Ŷ = 0,053; <sup>3</sup>Ŷ = 0,068; <sup>4</sup>Ŷ = 3,2443 - 0,0177x (R<sup>2</sup> = 0,95); <sup>5</sup>Ŷ = 0,300; <sup>6</sup>Ŷ = 26,793 - 0,0594x (R<sup>2</sup> = 0,88); <sup>7</sup>Ŷ = 0,770; <sup>8</sup>Ŷ = 16,161; <sup>9</sup>Ŷ = 0,638; <sup>10</sup>Ŷ = 0,0959 + 0,0017x (R<sup>2</sup> = 0,87); <sup>11</sup>Ŷ = 0,312; <sup>12</sup>Ŷ = 0,2679 + 0,0046x (R<sup>2</sup> = 0,79); <sup>13</sup>Ŷ = 0,241; <sup>14</sup>Ŷ = 0,3768 - 0,0168x + 0,0003x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>15</sup>Ŷ = 47,639; <sup>16</sup>Ŷ = 0,8339 - 0,0072x (R<sup>2</sup> = 0,95); <sup>17</sup>Ŷ = 0,103 + 0,0015x (R<sup>2</sup> = 0,85); <sup>18</sup>Ŷ = 3,21 - 0,0139x (R<sup>2</sup> = 0,85); <sup>19</sup>Ŷ = 0,556; <sup>20</sup>Ŷ = 36,409; <sup>21</sup>Ŷ = 2,0952 + 0,0102x (R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>22</sup>Ŷ = 0,315; <sup>23</sup>Ŷ = 0,126; <sup>24</sup>Ŷ = 0,0856 + 0,0025x (R<sup>2</sup> = 0,97); <sup>25</sup>Ŷ = 43,579; <sup>26</sup>Ŷ = 5,945; <sup>27</sup>Ŷ = 0,074; <sup>28</sup>Ŷ = 0,1829 + 0,0036x (R<sup>2</sup> = 0,80); <sup>29</sup>Ŷ = 0,133; <sup>30</sup>Ŷ = 1,383; <sup>31</sup>Ŷ = 0,296; <sup>32</sup>Ŷ = 0,517 + 0,0068x (R<sup>2</sup> = 0,69); <sup>33</sup>Ŷ = 7,0741 + 0,0753x (R<sup>2</sup> = 0,88). x: Nível de restrição alimentar.

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, não houve efeito ( $P>0,05$ ) da restrição alimentar nos percentuais dos ácidos linoleico,  $\gamma$  – linolênico, eicosadienoico, eicosatrienoico e araquidônico. Por outro lado, os ácidos graxos  $\alpha$  – linolênico e docosaexaenoico (DHA) aumentaram linearmente em 0,0036% e 0,0068%, respectivamente, por unidade de restrição aumentada.

Segundo Holanda et al., 2011, o processo de biohidrogenação não é 100% completo para todos os poli-insaturados, alguns como o ácido linoleico, linolênico alcançam o duodeno e são absorvidos. Os ácidos graxos saturados têm solubilidade mais baixa nas micelas e na camada de água inerte e, conseqüentemente, tem absorção mais baixa do que ácidos graxos insaturados ou de cadeias mais curtas (Palmquist et al., 2006).

A matéria seca ingerida pela maioria dos animais domésticos contém cerca de 3% a 4% de ácidos graxos predominantemente insaturados. Seguindo este parâmetro a maioria dos lipídios dos vegetais são altamente insaturados (Palmquist et al., 2006).

Com a utilização dos níveis 15%, 30% e 45% de restrição alimentar, os bovinos consumiram menos matéria seca a cada aumento na restrição alimentar, conseqüentemente receberam uma menor quantidade de ácidos graxos insaturados advindos da dieta. Com uma menor quantidade de ácidos graxos insaturados (que são tóxicos aos microrganismos ruminais) entrando no rúmen, os microrganismos sentem-se pouco ameaçados, diminuindo a utilização da sua defesa que é a biohidrogenação (transformação de ácidos graxos insaturados em saturados que não são tóxicos aos microrganismos), com a diminuição no processo de biohidrogenação, uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados passa pelo rúmen para o intestino, onde são absorvidos e armazenados no tecido adiposo. Todo este processo acarreta em um aumento linear da proporção de ácidos graxos insaturados e uma diminuição linear da proporção de ácidos graxos saturados no perfil lipídico da carne com o aumento dos níveis de restrição alimentar.

O ácido  $\alpha$  – linolênico que é considerado essencial é o bioprecursor da família ômega-3 tendo grande importância para a saúde humana. O ácido docosaexaenoico, oriundo do  $\alpha$  – linolênico, tem sido enfatizado pelas pesquisas por demonstrar efeito benéfico à saúde humana, sendo importante na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina (Sangiovanni et al., 2005).

A restrição alimentar também afetou ( $P<0,05$ ) o somatório dos percentuais dos ácidos graxos poli-insaturados ( $\Sigma$ AGP) o qual aumentou em 0,0753% para cada unidade de restrição

aumentada. Estes ácidos graxos têm sido recomendados pelos profissionais da saúde por oferecerem proteção ao sistema cardiovascular, sendo desejável a presença desses ácidos na carne para aumentar seu valor nutricional (Tapiero et al., 2002).

Observa-se na Tabela 4, que percentual total de ácidos graxos da classe ômega-6 ( $\omega$ -6) aumentou linearmente com o aumento dos níveis de restrição alimentar. Por outro lado, não houve efeito ( $P>0,05$ ) no percentual total dos ácidos da família ômega-3 ( $\omega$ -3) e na relação  $\omega$ 6: $\omega$ 3. Segundo o Department of Health (1994), a relação  $\omega$ -6: $\omega$ -3 ideal é menor que 4:1. Dietas que apresentam essa razão acima de 4:1 podem aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, são relacionados a doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase (Tapiero et al., 2002). Apesar de não haver diferença significativa para essa variável, a média geral encontrada para a carne (3,019) está dentro do recomendável.

A restrição alimentar não influenciou significativamente a relação entre os ácidos graxos monoinsaturados e saturados. Já a relação poli-insaturados:saturados aumentou linearmente com o aumento do nível de restrição, no entanto em todos os tratamentos essa relação ficou abaixo de 0,4 o que é considerado uma dieta pouco saudável segundo o Department of Health (1994). A relação de ácidos graxos insaturados:saturados não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos.

**Tabela 4.** Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do músculo Longissimus dorsi de bovinos Sindi submetidos à restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)				E.p	Valor p	
	0	15	30	45		L	Q
<sup>1</sup> Ômega-6 ( $\omega$ -6)	5,374	5,831	6,762	7,828	1,792	0,028	0,742
<sup>2</sup> Ômega-3 ( $\omega$ -3)	2,041	2,209	1,874	3,151	0,656	0,072	0,078
<sup>3</sup> $\omega$ -6: $\omega$ -3	2,627	2,655	4,111	2,686	1,293	0,285	0,210
<sup>4</sup> Monoinsaturados:Saturados	0,926	0,889	0,938	0,919	0,095	0,559	0,787
<sup>5</sup> Poli-insaturados:Saturados	0,154	0,165	0,183	0,237	0,044	0,012	0,319
<sup>6</sup> Insaturados:Saturados	1,080	1,054	1,122	1,156	0,092	0,468	0,449
<sup>7</sup> Índice de aterogenicidade	0,760	0,751	0,700	0,621	0,036	0,011	0,345
<sup>8</sup> Índice de trombogenicidade	1,439	1,463	1,424	1,222	0,069	0,040	0,121
<sup>9</sup> h/H	1,451	1,465	1,572	1,698	0,069	0,015	0,432

p – probabilidade; L – linear; Q – quadrática; E.p – erro padrão. h/H: Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 5,2048 + 0,0553x$  ( $R^2 = 0,97$ ); <sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,318$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 3,019$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 0,918$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 0,1447 + 0,0018x$  ( $R^2 = 0,88$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y} = 1,103$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y} = 0,7782 - 0,0031x$  ( $R^2 = 0,89$ ); <sup>8</sup> $\hat{Y} = 1,4905 - 0,0046x$  ( $R^2 = 0,64$ ); <sup>9</sup> $\hat{Y} = 1,4193 + 0,0057x$  ( $R^2 = 0,91$ ).

x: Nível de restrição alimentar

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) decresceram linearmente à medida que se aumentou o nível de restrição. Estes índices indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, de maneira que, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a



quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes na carne e consequentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (Turan et al., 2007). Efeito significativo dos tratamentos também foi verificado em relação à razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), aumentando de forma linear com o aumento do nível de restrição alimentar. O aumento na relação h/H é consequência do aumento no percentual total de ácidos graxos poli-insaturados e da redução nos percentuais dos ácidos graxos saturados mirístico e palmítico, principais responsáveis pelo aumento dos níveis das proteínas de baixa densidade.

## 5. CONCLUSÃO

A restrição alimentar, em bovinos Sindi confinados, promove a melhoria do perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, reduzindo os percentuais dos ácidos saturados mirístico e palmítico, os quais são hipercolesterolêmicos, e aumentando o percentual total de ácidos poli-insaturados.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D.D.; TONISSI, R.H.; GOES, B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.135-149, 2005.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 332 p.
- BARROS, G.C.; VIANNI, M.C.E. **Tecnologia aplicada às carnes bovina, suína e de aves, da produção ao consumo**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1979. 116p.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.60, p.53-57, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 01 de 10 de janeiro de 2002. **Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem bovina e Bubalina**. 1997.
- CAMERON, N. D. et al. Lipid composition and metabolism of subcutaneous fat in sheep divergently selected for carcass lean content. **Animal Production**, v. 58, p. 273-242, 1994.
- CATER, N. B.; DENKE, M. A. Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 1, p. 41-44, 2001.
- CATTON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal Animal Science**, 75:533-542. 1997.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 2a ed. Ed. Artes médicas Sul LTDA, Porto Alegre, 1997, p. 446.
- CIFUNI, G.F. et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, v. 35, p. 65-70, 2000.
- DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. 178p.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- DI MARCO, O.N. **Crecimiento de vacunos para carne**. Mar del Plata: Asociación Argentina de Producción Animal, 1998. 247p.
- DROUILLARD, J. S. et al. **Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers**. *Journal Animal Science*, v.69(2),1991, p.811-818.

FARIAS, F. J. C. et al. Parâmetros populacionais do rebanho Sindi registrado no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30(6S), 2001,p.1989-1994.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, 1957, p.497-509.

FRENCH, P. et al., 2003; . Fatty acid composition of intra-muscular triacylglicerois of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 81, p. 307-317. 2003.

FRENCH P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, n.11, p.2849-2855, 2000.

GAMAN, P. M.; SHERRINGTON, K. B. **Fat and oils**. In: GAMAN, P. M. & SHERRINGTON, K. B., **The Science of food**, Butterworth Heinemann, Great Britain, 1996, p.74.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p.475-476, 1973.

HON CODE - HON CÓDIGO DE CONDUTA 2000. **Trans fatty acid isomers in human health and in food industry**. Disponível em: [www.jocs.org/jobs808.htm](http://www.jocs.org/jobs808.htm). Acesso em: 14/01/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da pecuária**. Disponível em: [www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=759&id\\_pagina=1,2007](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=759&id_pagina=1,2007). Acesso em: 15/01/2015.

KAZALA, E. C. et al. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1717-1725, 1999.

LEITE, A. M. **Composição centesimal e perfil dos lipídios da carne de caprinos no estado do Ceará**. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará, 46p. (Dissertação de Mestrado). 1999.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: R. Vieira Gráfica & Editora Ltda, 2000. 134p.

LUDKE, M. C. M. M.;LOPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v. 29, p. 181-187, 1999.

MAYNARD, L. A; LOOSLI, J. K .; HINTEZ, H. F. **Nutrição Animal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984, p. 736.

MCNAMARA, D. J. **Dietary fatty acids, lipoproteins, and cardiovascular disease**. **Advances in Food Nutrition Research**, University of Arizona, Academic Pres, p. 263, 1992.

MEDEIROS, G.R. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.718-727, 2009

MEDEIROS, S. R. **Modulação do perfil lipídico de bovinos: implicações na produção e aceitação da carne**. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia: CBNA, 2003. p. 43-74.

- MUJICA, F. et al. Comportamiento post-desdete de novillos Senepol, Hereford y Senepol x Hereford, en Brooksville, Florida. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, 5(2), 1997, 155-166.
- NUERNBERG, G. K. et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acids composition of *Longissimus lumborum* muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, n.2, 2005, p.137-147.
- PACHECO P. S. et al. Características Quantitativas da Carcaça de Novilhos Jovens e Superjovens de Diferentes Grupos Genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.34, n.5, 2005, p.1666-1677.
- PALMQUIST, D. L. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T **Nutrição de ruminantes** Jaboticabal: Funep, 2006. p. 287-309.
- RUSSO, C. et al. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, v. 33, 1999, p. 77-85.
- RYAN, W.J.; WILLIAM, I.H.; MOIR, R.J. Compensatory growth in sheep and cattle. I. Growth pattern and feed intake. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, n.7, 1993, p.1609-1621.
- SANGIOVANNI, J. P.;CHEW,E. Y. The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. **Progress in Retinal and Eye Research**, v. 24, 2005, p. 87-138.
- SANTIAGO, A.A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. São Paulo: Instituto de Zootecnia. 1975, 549p.
- SANTOS, A. C. A. et al. Distribuição e recrutamento do peixe-rei *Xenomelaniris brasiliensis* (Osteichthyes, Atherinidae) na margem continental oeste da Baía de Todos os Santos. **Acta Biologica Leopoldensia**. v.21 (1), 1999, p. 107-118.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2/3, 2002, p. 187-194.
- SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, 2000, p. 339-346.
- SCOLLAN, N. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, 2006, p.17-33.
- SILVA HERNÁNDEZ, E.R; JÁCOME, M.M.S; LEE, R.G.H. Alto contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y productos derivados al incorporar semillas de girasol a la dieta vacuna. Implicaciones sobre el riesgo trombo/aterogênico. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.57, n. 2, 2007, p.173-178.
- SOUSA BENTES, A; SOUZA, H.A.L; MENDONÇA, X.M.F. et al. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.2, 2009, p.97-108.
- TAPIERO, H. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.56, 2002, p.215-222.

TITTO, E.A.L. et AL. Teste de tolerância ao calor em novilhos Nelore e Marchigiana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v. 5, n. 1, 1998, p. 67-70.

TRAJANO, J. S. **Avaliação da restrição alimentar em bovinos da raça sindi em crescimento**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2014.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences**. v. 1. n. 2. 2007, p. 97-103.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, n. 8773, 1991, p. 985-992.

VALADARES FILHO, S.C. et al. (Eds.) **Nutrient requirements of zebu cattle BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. 185p.

WATTS, G.F. et al. Dietary fatty acids on progression of coronary disease in men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, 1996, p. 202-209.

WEBB, E. C. et al. Effect of anatomical location on the composition of fatty acid double-muscling Belgian Blue Cows. **Meat Science**, v.50, 1998, p. 45-53.

WEISS, W.P. Estimating the availability energy content of feeds for dairy cattle. Symposium: energy availability. **Journal of Dairy Science**, v.81, 1999, p.830-839.

WOOLLETT, A.L.; SPADY, K.D.; DIETSCHY, M.J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, v.33, 1992, p.77-88.